

文章编号: 1674—8247(2018)03—0075—04

顶进框架桥下穿铁路加固防护工程造价分析

张荣飞 张胜锋

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:顶进施工技术在下穿铁路框架桥中有着广泛的工程应用。随着铁路等级、行车速度、安全防护级别等标准的提高,为确保施工期间铁路行车安全,设计需增强铁路加固防护工程,从而导致其造价大幅提高。文章通过选取三条不同铁路线的下穿铁路顶进框架桥工程实例,对比分析各项工程经济指标,提出铁路加固防护工程在控制整个框架桥工程造价中的重要影响因素。从而为合理控制框架桥投资提出建设性意见,也为今后此类工程的限额设计和投资估算提供参考依据。

关键词:顶进框架桥;下穿铁路;加固防护;造价;分析

中图分类号:TU723.3

文献标志码:A

Analysis on the Construction Cost of Reinforcement and Protection of the Jacking Frame Bridge in the Underpass Railway

ZHANG Rongfei ZHANG Shengfeng

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: The jacking construction technology is widely applied on the frame bridge in the underpass railway. With the improvement of rail classification, running speed and safety protection level, railway reinforcement and protection project should be strengthened to ensure the safety of railway traffic during the construction. Thus the cost of the project is greatly increased. By selecting three cases of jacking frame underpass railway in this paper, various indexes of engineering and economics are compared and analyzed, and the important factors influencing the railway reinforcement and protection engineering in controlling the whole jacking frame project cost are put forward. Therefore, the constructive suggestions on reasonable control of the investment in the jacking frame are put forward, and the reference bases are provided for the quota design and investment estimation of this kind of project in the future.

Key words: jacking frame bridge; underpass railway; reinforcement and protection; cost; analysis

随着我国铁路与城市建设的高速发展,市政道路或公路下穿既有铁路的框架桥也逐步增多。鉴于顶进框架桥下穿铁路工程设计及施工的特殊性,铁路加固防护工程在整个工程的设计中起到至关重要的作用。而铁路加固防护工程在工程造价中占比很大,于是成为控制此类工程造价的重点。本文从设计者角度出

发,首先分析顶进框架桥下穿铁路工程的工程造价,然后剖析铁路加固防护工程的分项造价。论证铁路加固防护工程对整个框架桥造价的影响和重要性,为设计者提供工程造价的参考依据,满足今后框架桥的工程设计需要。

收稿日期:2018-01-11

作者简介:张荣飞(1984-),男,工程师。

引文格式:张荣飞,张胜锋. 顶进框架桥下穿铁路加固防护工程造价分析[J]. 高速铁路技术,2018,9(3):75-78.

ZHANG Rongfei, ZHANG Shengfeng. Analysis on the Construction Cost of Reinforcement and Protection of the Jacking Frame Bridge in the Underpass Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(3): 75-78.

1 顶进框架桥线路加固防护工程结构及设计内容^[1-3]

铁路加固防护是下穿既有铁路顶进框架桥施工过程中最重要的施工措施,设计必须满足施工期间行车安全的需要。线路加固防护工程的主要设计内容有:线路架空加固、框架桥地基处理、框架两侧既有铁路路基注浆加固、防护桩、应力分散及护轮轨等。

1.1 线路架空加固

框架桥顶进施工中,既有铁路路基易出现松动,从而引发既有线高程及轨距参数变化,危及行车安全。因此在顶进作业前须对施工路段上方的既有线路进行加固处理。结合国内工程实例,目前针对既有铁路线路加固最常规的方法为D型施工便梁法。通过D型施工便梁加固线路后,列车运行速度大幅提高,从而降低施工期间对既有线运营的影响。

1.2 框架桥地基处理

当地基承载力不满足框架桥地基承载力要求时,需进行桥址处地基的处理。顶进框架桥一般采用高压旋喷法对工程影响范围内的地基进行处理。高压旋喷法通过在软弱土层中形成水泥固结体与桩间土一起形成复合地基,从而提高地基的承载力,减少地基的沉降变形,达到地基加固的目的。

1.3 既有路基注浆加固

为避免施工过程中既有铁路路基土体塌方,顶进前对设计框架桥两侧铁路既有路基进行注浆加固。浆材通过充填、压密、劈裂、渗透等方式,与原路基土体形成复合地基。可改良路基土体减小顶进施工中既有路基的坍塌范围,保持铁路路基稳定。

2 选取顶进框架桥概况及线路加固防护措施

文章选取3条不同铁路线的下穿铁路顶进框架桥进行分析。工程概况及线路加固防护措施^[4-6]如表1所示。

表1 框架桥概况及线路加固防护措施

| 项目名称 | 框架桥概况及线路加固防护措施 |
|---------------|--|
| 1-8 m 框架桥 | ①位于甘肃省古浪县境内,孔跨1×8 m,顶面积142.8 m ² ,下穿1股铁路,正交;②采用一次性顶进,线路加固采用D型便梁架空加固,线路加固采用3×16 m D型施工便梁结合挖孔桩基础形式;③路基注浆加固采用水泥水玻璃速凝浆液在设计箱形立交边墙外侧各15 m范围内的路基注浆;④框架箱体两侧线路既有路基进行注浆加固;⑤路基防护桩采用挖孔灌注桩 |
| 1-16 m 框架桥 | ①位于甘肃省永登县境内,孔跨1×16 m,顶面积426.6 m ² ,下穿2股铁路,正交;②采用一次性顶进,线路加固采用D型便梁架空加固,框架线路加固采用(16+24+16) m D型施工便梁结合挖孔桩基础形式;③路基注浆加固采用水泥水玻璃速凝浆液在设计箱形立交边墙外侧各15 m范围内的路基注浆;④框架箱体两侧线路既有路基进行注浆加固;⑤路基防护桩采用挖孔灌注桩 |
| 2-9 m 框架桥 | ①位于青海省平安县境内,孔跨2×9 m,顶面积428 m ² ,下穿2股铁路,与铁路交角60°;②采用单孔分两次顶进。线路加固采用D型便梁架空加固,第一孔线路加固采用(16+24+16) m D型施工便梁结合挖孔桩基础形式,第二孔线路加固采用(16+24) m D型施工便梁结合挖孔桩基础形式;③路基注浆加固采用水泥水玻璃速凝浆液在设计箱形立交边墙外侧各15 m范围内的路基注浆;④框架箱体两侧线路既有路基进行注浆加固;⑤路基防护桩采用挖孔灌注桩 |

3 顶进框架桥线路加固防护工程造价分析

根据选取的3座框架桥施工图设计内容将施工图预算进行层次化分类^[7],如表2所示。

表2 顶进框架桥工程预算层次化分类

| 单位工程 | 顶进框架桥 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------|-----|------|------|------|------|---------|-------|-----|---------|----|------|---------|----|------|--------|-----|---------|----------|----------|----|-----|------|-----|-------|-------|---------------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|--------|------|
| 分部工程 | 工作基坑 | | | | 框架主体 | | | | 顶进 | | | | 铁路加固防护 | | | | | 附属及其他工程 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 分项工程 | 开挖及运输土方 | 挡土板 | 回填土方 | 草袋防护 | 枕木垛 | 主体预制 | 防水层及保护层 | 顶进三角板 | 磨耗层 | 后背桩及后背墙 | 滑板 | 碎石垫层 | 润滑层及隔离层 | 顶进 | 挖运土方 | D型施工便梁 | 桩基础 | 防护桩 | 既有路基注浆加固 | 应力分散及护轮轨 | 栏杆 | 挡砟块 | 桥面排水 | 沉降缝 | 出入口铰链 | 出入口挡墙 | 地基处理高压旋喷桩注浆加固 | 过渡段填筑 | 限高架 | 防落网 | 电缆槽 | 防撞墩 | 边沟及排水渠 | 临时措施工程 | 拆除圬工 |

3.1 线路加固防护占工程费用的比重分析

根据选取的3个顶进框架桥项目来分析其工程造价,其中编制办法均采用铁建设[2006]113号文并结

合所属铁路局的既有线相关规定^[8],定额均采用铁建设[2010]223号文的预算定额^[9],材料单价均采用中国铁路经济规划研究院有限公司发布的铁路行业信息

价及当地信息价,其造价分析结果如表3所示。

表3 选取顶进框架桥项目造价分析

| 项目名称 | | 1-8 m 框架涵 | | | 1-16 m 框架涵 | | | 2-9 m 框架涵 | | |
|------|---------|------------|----------------------------|----------|------------|----------------------------|----------|------------|----------------------------|----------|
| 序号 | 分部工程 | 预算价值 /元 | 指标 /(元/m ²) | 比例 /% | 预算价值 /元 | 指标 /(元/m ²) | 比例 /% | 预算价值 /元 | 指标 /(元/m ²) | 比例 /% |
| 1 | 工作基坑 | 369 001 | 2 582.59 | 8.38 | 677 585 | 1 588.34 | 5.70 | 1 198 750 | 2 800.82 | 10.81 |
| 2 | 框架主体 | 474 278 | 3 319.41 | 10.77 | 2 239 980 | 5 250.77 | 18.84 | 2 769 597 | 6 471.02 | 24.98 |
| 3 | 顶进 | 572 902 | 4 009.67 | 13.01 | 1 665 708 | 3 904.61 | 14.01 | 863 323 | 2 017.11 | 7.79 |
| 4 | 线路加固防护 | 2 185 800 | 15 298.15 | 49.65 | 4 668 894 | 10 944.43 | 39.26 | 3 624 888 | 8 469.36 | 32.70 |
| 5 | 附属及其他工程 | 800 688 | 5 603.92 | 18.19 | 2 638 585 | 6 185.15 | 22.19 | 2 629 484 | 6 143.65 | 23.72 |
| 合计 | | 4 402 669 | 30 813.75 | 100.00 | 11 890 752 | 27 873.31 | 100.00 | 11 086 042 | 25 901.97 | 100.00 |

表3中各框架桥项目的各分部工程造价可以从以下几个方面分析^[7]。

(1)1-8 m 框架桥、1-16 m 框架桥、2-9 m 框架桥的线路加固防护分部工程的造价占整个项目造价的比例分别为49.65%、39.26%、32.70%,造价占比均超过32.5%。仅其一项的造价就远远大于其他各分部工程的造价,可见其对控制工程造价的关键性。

(2)框架主体分部工程造价占整个项目造价的比例分别为10.77%、18.84%、24.98%,造价占比均小于25%。附属及其他工程造价占整个项目造价的比例分别为18.19%、22.19%、23.72%,造价占比均小于25%。而工作基坑及顶进的合计造价占比都低于线路框架防护工程的造价占比。仅线路加固防护一项的造价就大于框架主体、附属及其他工程和工作基坑

及顶进之和的造价,可见其对控制工程造价的重要性。

因此,线路加固防护作为顶进框架桥施工中最重要临时工程及措施工程,其工程造价不但大于工作基坑、顶进、附属及其他工程造价,而且远远大于框架主体造价,影响着整个项目工程的造价,故在工程设计中需重点研究并测算分析。

3.2 对加固防护工程内容进行造价测算分析

对整个项目进行造价分析之后,重点对线路加固防护工程进行造价指标分析,按照D型施工便梁、梁的桩基础、既有线的防护桩、既有线的路基注浆、应力放散及护轮轨等线路工程这5个分项工程来进行造价综合分析,根据已建工程的设计图纸和铁路预算编制办法,结合所属铁路局相关的既有线施工要求来分析各项综合指标,如表4所示。

表4 选取顶进框架桥线路加固防护造价分析

| 项目名称 | | | 1-8 m 框架涵 | | | | 1-16 m 框架涵 | | | | 2-9 m 框架涵 | | | |
|--------|---------------|----------------|-----------|------------|-----------|----------|------------|------------|-----------|----------|-----------|------------|------------|----------|
| 分部工程 | 分项工程 | 单位 | 数量 | 预算价值 /元 | 指标 /元 | 比例 /% | 数量 | 预算价值 /元 | 指标 /元 | 比例 /% | 数量 | 预算价值 /元 | 指标 /元 | 比例 /% |
| 线路加固防护 | 施工便梁 | 孔 | 6 | 743 979 | 123 996.5 | 34.04 | 6 | 1 117 295 | 186 215.8 | 23.93 | 6 | 721 982 | 120 330.33 | 19.92 |
| | 桩基础 | m ³ | 677.5 | 747 636 | 1 103.52 | 34.20 | 679.4 | 811 257 | 1 194.08 | 17.38 | 535.5 | 715 485 | 1 336.11 | 19.74 |
| | 防护桩 | m ³ | 129 | 142 760 | 1 106.67 | 6.53 | 550.4 | 663 754 | 1 205.95 | 14.22 | 289.8 | 329 944 | 1 138.52 | 9.10 |
| | 既有路基注浆 | m ³ | 386 | 234 995 | 608.80 | 10.75 | 1 710 | 1 160 201 | 678.48 | 24.85 | 2160 | 1 391 995 | 644.44 | 38.40 |
| | 应力放散及护轮轨等线路工程 | km | 2 | 316 430 | 158 215 | 14.48 | 4 | 916 387 | 458 193.5 | 19.63 | 2 | 465 482 | 232 741 | 12.84 |
| | 小计 | m ² | 142.9 | 2 185 800 | 15 298.15 | 100.00 | 426.6 | 4 668 894 | 10 944.43 | 100.00 | 428 | 3 624 888 | 8 469.36 | 100.00 |

表4中的各框架桥项目线路加固防护的各分项工程造价可以从以下几个方面分析。

(1)1-8 m 框架桥、1-16 m 框架桥、2-9 m 框架桥的施工便梁及桩基础的分项工程合计造价分别为1 491 605元、1 928 552元、1 437 467元,所占线路加固工程造价的比例分别为68.24%、41.31%、39.66%,造价占比均超过35%,其中1跨(孔)小孔径1-8 m 框架桥的施工便梁及桩基础分项工程的占比超过一半以上,达到68.24%。主要原因为1-8 m 框架桥的D型施工便梁没有重复倒用,且没有公用的便梁基础,使其费用相对较大。

(2)既有路基注浆的分项工程造价分别为

234 995元、1 160 201元、1 391 995元,所占线路加固工程造价的比例分别为10.75%、24.85%、38.40%,其1跨(孔)大孔径1-16 m及2跨(孔)框架桥的既有路基注浆的分项工程造价的占比超过24%。而防护桩和既有铁路线路工程的分项工程造价占线路加固工程造价的比例分别在15%、20%以下。

由此可见,影响线路加固防护的首要因素为D型施工便梁及桩基础加固措施,其次为既有路基注浆加固措施,防护桩分项工程影响最小,应力放散及护轮轨等线路工程造价对单条线路来说相对变化不大,所占造价比例也较小。因此,在设计的过程中合理选用D

型施工便梁及适当的设计既有路基注浆量对框架桥线路加固防护工程的经济性及安全性至关重要。

4 结束语

线路加固防护工程是下穿铁路的顶进框架桥施工中工程技术难度大,安全风险高,造价占比大的一项分部工程。线路加固防护工程的技术措施及造价决定着整个工程的施工风险及投资控制。本文通过选取3个框架桥的实例来分析顶进框架桥中线路加固防护工程的造价、经济指标及比例。经过上述图表中数据的对比分析,针对下穿顶进框架桥的投资控制提出以下2条建议:

(1)既有铁路加固防护工程已超过框架主体工程的造价,成为影响整个工程造价的控制性工程,在设计中应重点研究分析,选取经济合理的加固方案和防护形式。

(2)在设计线路加固防护工程时,应合理选择D型施工便梁及准确控制既有路基注浆范围,对控制框架桥造价至关重要。

参考文献:

- [1] 李鑫波,伊兴芳.下穿铁路顶管工程概预算编制有关问题的探讨[J].铁路工程造价管理,2015,30(1):20-26.
LI Xinbo, YI Xingfang. Discussion of Budget Compilation Related Question in Underpass Rail Pipe Jacking Project [J]. Railway Engineering Cost Management, 2015, 30(1):20-26.
- [2] 王晶.下穿铁路框架桥工程采用2种定额计费的差别分析[J].铁路工程造价管理,2016,31(3):8-11.
WANG Jing. Analysis of the Difference Between 2 Kinds Quota Billing of Frame Bridge Project Under-Cross Railway [J]. Railway Engineering Cost Management, 2016, 31(3):8-11.
- [3] 王旭.顶进施工技术在下穿铁路框架桥中的应用[J].价值工程,2016.31(25):111-114.
WANG Xu. Application of Jacking Construction Technology in Crossing the Frame Bridge under the Railway [J]. Value Engineering, 2016. 31(25):111-114.
- [4] 中铁二院工程集团有限责任公司.海东工业园区市政工程三号路下穿兰青铁路立交工程2-9.0 m钢筋混凝土框架桥—预算[R].成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2013.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. The Budget of 2-9.0 m Reinforced Concrete Jacking Frame in No. 3 Road of Industrial Park Municipal Work of Haidong City Underpass Lanzhou - Qinghai Railway Project [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2013.
- [5] 中铁二院工程集团有限责任公司.G341线白银至银川至永登公路一期与兰新铁路立交工程1-16.0 m钢筋混凝土框架桥—预算[R].成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2015.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. The Budget of 1-16.0 m Reinforced Concrete Jacking Frame in G341 Baiyin to Yinchuan to Yongdeng Highway Underpass Lanzhou-Xinjiang Railway Project [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2015.
- [6] 中铁二院工程集团有限责任公司.古浪县新红路下穿干武铁路立交工程1-8.0 m钢筋混凝土框架桥—预算[R].成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2016.
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Project Budget of 1-8.0 m Reinforced Concrete Jacking Frame in the Xinhong Road Underpass Gantang - Wuweinan Railway Interchange in Gulang County [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2016.
- [7] 万宏鹏,何玉明,耿立芬,等.下穿铁路顶进框构造价估算方法与应用[J].铁路工程造价管理,2015,30(1):43-48.
WAN Hongpeng, HE Yuming, GENG Lifan, et al. Cost Estimation Method and Application of Underpass Railway Jacking Frame Structure [J]. Railway Engineering Cost Management, 2015, 30(1):43-48.
- [8] 铁建设[2006]113号,铁路基本建设工程设计概预算编制办法[S].
Tie Jian She [2006] No. 113, Measures for the Compilation of Design Budget of Railway Infrastructure Projects [S].
- [9] 铁建设[2010]223号,铁路工程预算定额[S].
Tie Jian She [2010] No. 223, Budget Quotas for Railway Projects [S].

(编辑:车晓娟 白雪)